ÜBER DIE SÄUREBILDUNG

IN

MISCHUNGEN VON MEHL UND WASSER

UND

ÜBER DEN EINFLUSS DER KLEIE AUF DIESEN VORGANG.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

KGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

GEORG GEISENDÖRFER

AUS PRICHSENSTADT.

ACAD. LUGD.-BAT. BIBL.

WÜRZBURG.

DRUCK DER KGL. UNIVERSITÄTSDRUCKEREI VON H. STÜRTZ.

1904.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Herr Prof. Dr. **Lehmann.**

SEINEN LIEBEN ELTERN

IN DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM VERFASSER.

Über die Säurebildung in Mischungen von Mehl und Wasser und über den Einfluss der Kleie auf diesen Vorgang.

Vorbemerkung.

Als ich vor einigen Monaten Herrn Prof. Lehmann um Überlassung eines Dissertations-Thema bat, schlug er mir zunächst vor, Eisenbestimmungen in Muskeln und Muskelauszügen zu machen, um die interessanten von ihm und seinen Schülern erhaltenen Ergebnisse über den Hämoglobingehalt des Muskels durch Eisenbestimmungen nachzuprüfen, respektive zu ergänzen. Über diesen Untersuchungen waltete jedoch kein günstiger Stern. Trotz mannigfaltiger Bemühungen meinerseits und vielfacher freundlicher Unterstützung von Herrn Professor Lehmann und seinem Assistenten Herrn Dr. Lang wollte es mir nicht gelingen, übereinstimmende und einwandfreie Resultate zu erhalten. Es scheint, das ist wenigstens zur Zeit die wahrscheinlichste Erklärung, als ob bei dem sehr geringen Eisengehalt des zu untersuchenden Materials schon Eisenspuren der Reagentien namentlich des zur Reduktion der Eisenlösungen verwendeten Zinns ausreichten, um unbrauchbare Resultate zu liefern. Da ausserdem aus meinen Resultaten hervorzugehen scheint, dass der Eisengehalt der Auszüge nicht mit dem Hämoglobingehalt derselben einen deutlichen Parallelismus zeigt, so sah ich mich nach mehrmonatlicher, ziemlich fleissiger Arbeit ausser stande, meine recht widersprechenden Resultate zu Schlüssen zu verarbeiten, und ich war deshalb genötigt, Herrn Prof. Lehmann um ein neues Thema zu bitten. Bei der vor-

gerückten Zeit schlug mir derselbe vor, einen Teil der im Hygienischen Institut Würzburg im Laufe der Jahre über das Thema der Säurebildung in Mehl-Wassermischungen gemachten Versuche zusammenzustellen und einige Lücken, welche die bisherigen Versuchsreihen noch erkennen liessen, durch eigene Versuche nach besten Kräften auszufüllen. Ich bin Herrn Prof. Lehmann für die Überlassung einer Reihe eigener Resultate zu herzlichem Dank verpflichtet und freue mich, dass es den von mir unternommenen auf seine Anregung hin ausgeführten Versuchen gelungen ist, das interessante Problem wieder ein Stückchen zu fördern.

Die in folgendem zu besprechenden Fragen lassen sich etwa unter folgende Gesichtspunkte bringen.

1. Vergleichende Untersuchungen über die Säuremengen, die aus verschiedenen Weizen- und Roggenmehlen bei Wasserzusatz im Brutschrank gebildet werden.

2. Einige Versuche über den Einfluss des Zusatzes von destilliertem und gewöhnlichem Wasser auf die entstehenden Säuremengen.

3. Über die Säurebildung aus Schrotmehl und die Bedeutung der Kleie für die Säurebildung.

4. Wodurch wirkt die Kleie säurebildend?

5. Welcher spezielle Bestandteil der Kleie wirkt vorwiegend begünstigend?

Einleitung.

Im Jahre 1893 hat Herr Professor Lehmann im Archiv für Hygiene, Band 19, einige Versuche mitgeteilt, die beweisen, dass grobes Weizenmehl, das noch seine Kleie enthält, viel rascher säuert als feines Weizenmehl. Es war damals angegeben: 100 g Mehl und 80 g Wasser, zu einem steifen Teig angerührt, lieferten:

Weizenmehl mit seinem ganzen Kleiegehalt:

Acidität sofort		2,6 Normalsäure
„	nach 6 Stunden	5,1
„	„ 24 „	25,0

Feinstes Weizenmehl:

Acidität sofort		2,6	Normalsäure
„ nach	6 Stunden	2,3	
„ „	24 „	7,5	

Aus den Versuchen des Herrn Bernhard Wolff geht folgendes hervor:

100 g Weizenschrot und 150 g Wasser auf 37° gehalten:

Acidität nach	13 Stunden	18,0	Normalsäure
„ „	18 „	22,5	
„ „	24 „	25,5	
„ „	48 „	54,0	
„ „	72 „	56,5	

100 g Weizenmehl und 150 g Wasser auf 37° gehalten:

Acidität nach	13 Stunden	4,0	Normalsäure
„ „	18 „	4,5	
„ „	24 „	11,0	
„ „	48 „	17,5	
„ „	72 „	19,5	

Aus den Versuchen folgt namentlich:

1. Weizenmehl säuert in der gleichen Zeit viel schwächer als Weizenschrot.

2. Weizenmehl und Weizenschrot haben nach 48 Stunden annähernd das Maximum der Säuerung erreicht. In den folgenden 24 Stunden nimmt der Säuregehalt nicht mehr wesentlich zu.

Über die Ursache dieses höchst auffallenden Befundes hat Herr Dr. Bernhard Wolff nur ganz wenig Versuche gemacht[1]). Namentlich hat er festgestellt, dass der Zusatz von $^1/_2$ % Zucker zum Feinmehl keine wesentliche Wirkung auf die Säurebildung hatte und es damit von vornherein unwahrscheinlich gemacht, dass ein im Anfang scheinbar sehr nahe liegender Erklärungsgedanke richtig ist. Dieser Gedanke war der, es könnte der Gehalt der Kleie an Diastase an der vermehrten Säurebildung schuld sein. Die vermehrte Säurebildung hätte sich dann daraus ergeben, dass

---

1) Dissertation Würzburg 1894: Beiträge zur Kenntnis der Schrotmehlgärung.

durch die Diastase der zu vergärende Zuckervorrat die Muttersubstanz der Säure vermehrt worden wäre. Da durch Zuckerzusatz selbst keine nennenswerte Beeinflussung der Säurebildung zu erreichen war, so bot ein Diastase-Versuch keine grosse Aussicht; dennoch ist einer angestellt worden. Er ergab folgendes Resultat (100 Mehl — Normalsäure):

Zeit	ohne Diastase	0,05 Diastase	0,1 Diastase	0,2 Diastase
nach 10 St.	4,5	5,8	—	—
„ 24 „	11,0	14,5	—	—
„ 24 „	12,0	—	12,0	19,0
„ 48 „	16,5	24,5	—	—
„ 48 „	25,5	—	29,0	28,5
„ 72 „	32,5	—	26,0	40,5

Eigene Versuche.

Über die Methodik meiner Versuche kann ich mich kurz fassen. Es wurden alle Versuche mit 5 g Mehl und 25 ccm Wasser in Erlenmeier-Kolben angesetzt, mit Wattepfropfen verschlossen und in den Brutschrank bei annähernd 37° gestellt. Grössere Schwankungen wie 35 und 37° kamen in meinen Versuchen nicht vor, doch mögen auch diese Schwankungen nicht ohne Bedeutung für die Resultate gewesen sein. Die Titrierung geschah mit $^1/_5$ Normalnatronlauge und unter Verwendung von Phenolphthalein als Indikator. Alle Versuche wurden doppelt angesetzt oder richtiger viermal, um immer zwei Proben nach 24, zwei nach 48 Stunden titrieren zu können. Gestützt auf die Ergebnisse von Wolff wurde es unterlassen, die Versuche länger wie 48 Stunden fortzusetzen. Ein weiterer Grund, dies zu tun, lag darin, dass schon das Resultat der 48stündigen Versuche nicht selten erheblich getrübt wurde durch eine kräftige Entwickelung von Schimmel. Von den anderen mannigfachen Zutaten, die ich verwendet habe, wirkten manche sogar in hohem Masse säureerzeugend. Ich teile

zunächst eine Versuchsreihe mit, welche ich anstellte, um zu sehen, wie feines und grobes Weizen- und Roggenmehl mit Wasser übergossen in 24 und 48 Stunden säuert. Die Versuche wurden, wie die meisten übrigen, mit Brunnenwasser angestellt. Die Resultate sind in folgender Tabelle niedergelegt. Von hier ab beziehen sich alle Zahlen auf 5 g Mehl und 1/5 Normalsäure.

Säuregehalt	nach 24 St.		nach 48 St.	
Grobes Roggenmehl	12,5	13,1	17,0	19,0
Feines Roggenmehl	3,8	4,2	9,5	11,4
Grobes Weizenmehl	8,8	9,0	12,8	13,5
Feines Weizenmehl	5,8	5,9	15,2	16,9
Feines Weizenmehl am nächsten Tag wiederholt	3,7	4,0	13,2	11,0

Die Tabelle ergibt ein ganz auffallendes Resultat. Das grobe Mehl liefert sowohl beim Weizen wie beim Roggen einen ganz auffallend höheren Säurewert nach 24 Stunden. Nach dieser Zeit geben die feinen Mehle etwa 4—6, die groben Mehle aber 9 bis 13 ccm Säure. Etwas geringer ist der Unterschied nach 48 Stunden. Wohl übertrifft hier noch das grobe Roggenmehl das feine Roggenmehl: Verhältnis der Säuremengen 18 : 10. Dagegen geben das grobe und feine Weizenmehl unter sich ziemlich ähnliche Resultate., In dem einen Versuch ist sogar das Weizenmehl säurereicher. Die Versuche ergeben weiter, dass zwar grobes Roggenmehl höhere Zahlen liefert, wie grobes Weizenmehl. Doch war leider das Resultat beim feinen Weizen- und feinen Roggenmehl umgekehrt. Ich erhielt vom feinen Weizenmehl etwas mehr Säure als wie vom feinen Roggenmehl.

Elegantere Zahlen hat Herr Professor L e h m a n n vor zwei Jahren erhalten. Ich teile die von ihm erhaltenen Werte mit.

	nach 24 St.		nach 48 St.	
5 Weizenmehl	7,8	7,8 1/5 N.-S.	12,0	11,8 1/5 N.-S.
4 „ und 1 Roggenmehl	9,4	9,6	12,8	12,6
3 „ „ 2 „	11,4	11,0	14,0	14,3
2 „ „ 3 „	11,8	12,0	15,0	14,8
1 „ „ 4 „	12,5	12,4	16,0	15,8
5 Roggenmehl	13,5	13,0	18,0	18,0

In dieser Tabelle ist in der eleganten Weise sowohl nach 24 als nach 48 Stunden ein quantitativer Einfluss des zugesetzten Roggenmehls auf die gebildete Säure zu konstatieren.

Warum meine Zahlen nicht ganz stimmen, kann sich sehr leicht dadurch erklären, dass Begriffe wie feines Roggenmehl und feines Weizenmehl sich nicht absolut scharf definieren lassen, und dass wir darauf angewiesen waren, aus der Mühle Mehl unter diesem Namen auf Treu und Glauben entgegenzunehmen.

Als zweite Versuchsreihe teile ich die Experimente mit, welche ich angestellt habe über den Einfluss von destilliertem und Brunnenwasser auf die Säuremenge. Ich habe bei den eben mitgeteilten Gärungsversuchen mit grobem und feinem Roggen- und Weizenmehl die Versuche gleich doppelt gemacht und dieselben gleichzeitig mit Brunnenwasser und destilliertem Wasser angesetzt. Die Tabelle, die ich jetzt folgen lasse, ist in den Zahlen für Brunnenwasser mit der zuerst mitgeteilten identisch, bringt aber neue Zahlen das destillierte Wasser betreffend. Stets wurde 5 g Mehl 25 H_2O verwendet.

			24 St.		48 St.	
Grobes Roggenmehl mit	25 ccm	Brunnenwasser	12,5	13,1	17,0	19,0
„ „ „	25 „	destill. Wasser	12,5	11,0	15,1	16,7
Feines Roggenmehl mit	25 „	Brunnenwasser	3,8	4,2	9,5	11,4
„ „ „	25 „	destill. Wasser	2,1	2,0	4,6	7,0
Grobes Weizenmehl mit	25 „	Brunnenwasser	8,8	9,0	12,8	13,5
„ „ „	25 „	destill. Wasser	8,0	8,3	11,7	12,6
Feines Weizenmehl mit	25 „	Brunnenwasser	5,8	5,9	15,2	16,9
„ „ „	25 „	destill. Wasser	2,8	2,8	7,4	5,9
„ „ „	25 „	Brunnenwasser	3,7	4,0	13,2	11,0
„ „ „	25 „	destill. Wasser	2,8	2,9	9,2	9,9

Aus der Tabelle geht mit ausserordentlicher Klarheit hervor, dass schon eine Herstellung der Mischungen mit destilliertem Wasser auf die Säureentwickelung viel weniger günstig ist, als wie ein Zusatz von Brunnenwasser. Sehen wir von einigen kleinen Unregelmässigkeiten ab, so können wir sagen, dass die gebildeten Säuremengen sowohl nach 24 als nach 48 Stunden bei Zusatz von Brunnenwasser um 2,3 ja 5 und mehr Kubikzentimeter $^1/_5$ Normalsäure grösser ist als wie die in der gleichen Zeit unter Mitwirkung von destilliertem Wasser gebildete.

Auch hier kann ich einen Versuch von Herrn Prof. Lehmann mitteilen, der das gleiche Resultat nur in einer etwas eleganteren Form gibt.

5 Weizenmehl und Brunnenwasser	9,4	9,4	11,0	11,0
5 Weizenmehl und destilliertes Wasser	6,5	7,0	9,0	8,8
5 Roggenmehl und Brunnenwasser	15,8	16,0	17,5	17,8
5 Roggenmehl und destilliertes Wasser	13,7	13,7	14,8	15,0

Das Brunnenwasser, das verwendet wurde, war Würzburger Leitungswasser, welches etwa 700 mg Rückstand im Liter enthält. Der Rückstand besteht zum grossen Teil aus schwefelsaurem, nur zu einem kleineren Teil aus kohlensaurem Kalk. Der Gehalt des Wassers an Chloriden ist sehr gering. Nitrate sind ungefähr 12 mg im Liter enthalten. Es ist bekannt, dass in vielen Kreisen die Überzeugung herrscht, dass die Qualität des Bieres, dieses wichtigsten, durch Gärung erhaltenen, nach wissenschaftlichen Prinzipien hergestellten Produktes in hohem Masse von dem verwendeten Wasser abhängig ist. Vielfach ist konstatiert, dass bayerische Braumeister mit bayerischem Malz unter Verwendung der in Bayern üblichen maschinellen Einrichtungen anderwärts nur ein Bier von wesentlich verändertem Charakter zu brauen im stande seien, und man hat dies vielfach auf das zur Bierherstellung verwendete Wasser geschoben.

Ich glaube, dass meine Versuche ganz besonders anschaulich zeigen, wie Gärungsvorgänge von scheinbar ungemein geringen Mengen von Salzen in auffallender Weise beeinflusst werden können. Es wäre wohl nicht uninteressant, diese Versuche noch variieren und sie namentlich dahin zu vermehren, dass man Leitungs- und destilliertes Wasser in sterilisiertem Zustand verwendete. Denn es erscheint immerhin nicht ausgeschlossen, dass es bei diesen auffallenden Resultaten nicht allein auf die Salze des Wassers, sondern auch auf die Anwesenheit von gewissen Bakterien ankommen kann. Auch wären diese Versuche vielleicht noch etwas länger fortzusetzen, um zu sehen, ob sich nicht die Unterschiede nach 72 Stunden ausgleichen. Es wäre immerhin möglich, dass bei der Anwendung des destillierten Wassers, wenn

auch langsamer, schliesslich doch die gleichen Säuremengen gebildet würden.

Von besonderem Interesse ist, dass die groben Mehle durch die Wahl des Wassers in ihrer Säureproduktion viel weniger beeinflusst werden, wie die feinen, was man ungezwungen so erklären könnte, dass die groben Mehle bekanntlich wesentlich aschereicher sind, als die feinen, dass bei ihnen also nicht zuviel auf die Zufügung der Aschenbestandteile im Wasser ankommt.

Ich komme nun zu der Frage, die eigentlich das Hauptthema meiner Arbeit bilden soll, nämlich zur Untersuchung der früher im Institut von Herrn Prof. Lehmann gefundenen Tatsache, dass Schrotmehl sehr viel rascher und reichlicher gärt, als wie feines Mehl. Nachdem ich mich durch die oben mitgeteilten Versuche überzeugt hatte, dass man gar nicht Schrotmehl und Feinmehl zu vergleichen braucht, um derartige Resultate zu bekommen, sondern dass schon grobes und feines Feinmehl erhebliche Differenzen geben, wendete ich mich zur Untersuchung von Schrotmehlgärung. Da im Institut kein Schrotmehl vorrätig war, so ahmte ich das Schrotmehl dadurch nach, dass ich, wie dies in den letzten Jahren im Institut oft geschehen ist, zu 5 g Feinmehl 1,25 g Kleie zusetzte. Ich bemerke gleich, dass sowohl diese Zahlen, als auch diejenigen, die sonst mit Mischungen von Mehl und allerlei Zusätzen erhalten wurden, alle insgesamt auf 5 g Material umgerechnet sind. In den Tabellen gebe ich immer an, was zu 5 g Mehl zugesetzt wurde. Ich teile aber nicht die gefundenen Originalzahlen, sondern die auf 5 g Substanz umgerechneten Zahlen mit. Bei der Kleinheit der Zahlen habe ich keine Rücksicht darauf genommen, dass die Mehrzahl der verwendeten Substanzen nur ca. 13 % Wasser enthielt, während die verwendete Heringsmilch etwa 70 % Wasser enthielt.

Ich teile nun zunächst meine Versuche mit Kleiezusatz mit, und schliesse an sie einige Experimente an, die ich auf Rat von Herrn Prof. Lehmann mit Kleieauszug und Kleierückstand, sowie mit Stroh, respektive zerschnittenen Ähren, mit Heu und mit nach der Weender Methode aus Kleie isolierter Rohfaser anstellte.

Alle Untersuchungen dieser Tabelle sind mit 5 g feinstem Weizenmehl, 25 Brunnenwasser und den angegebenen Zusätzen angestellt.

	nach 24 St.		nach 48 St.	
5 g Weizenmehl ohne Zusatz	5,8	5,9	15,2	16,9
5 g „ ohne Zusatz	3,7	4,0	13,2	11,0
5 g „ und Kleie 1,25[1]	13,9	14,3	17,6	—
5 g „ und Kleie steril.	9,7	11,6	21,0	18,2
5 g „ und Rückstand nach Auszug aus 1,25 Kleie	8,4	8,5	15,8	15,5
5 g „ und Rückstand nach Auszug aus 1,25 Kleie steril.	8,4	8,6	(6,0)	16,4
5 g „ und Auszug aus 1,25 Kleie	9,0	10,3	14,0	(3,1)
5 g „ „ „ „ 1,25 Kleie steril.	6,7	9,1	14,8	(4,2)
5 g „ und Rückstand aus 1,25 Kleie	6,9	6,6	20,1	19,6
5 g „ „ „ „ 1,25 Kleie steril.	6,5	8,7	19,8	17,6
5 g „ und Rohfaser aus 1,25 Kleie nach der Weender Methode	1,3	1,8	2,9	3,0
5 g „ „ Rohfaser aus 1,25 Kleie nach der Weender Methode steril.	2,8	2,9	9,8	6,2

Die Tabelle lehrt, dass in der Tat ein Kleiezusatz von $^1/_5$ des Mehlgewichtes eine sehr bedeutende Beschleunigung der Säurebildung hervorbringt. Nach 24 Stunden gibt feines Weizenmehl nur 4—6 ccm Säure, nach 48 Stunden 11—17. Mit Kleiezusatz liegen die Verhältnisse anders. Es werden jetzt schon in 24 St. 9,7—14,3 ccm Säure produziert. Also die doppelte bis dreifache Menge als wie ohne Kleiezusatz. Nach 48 Stunden ist der Unterschied weniger gross. Immerhin wurden mit Kleie 17,6—21 ccm erhalten. In den oben mitgeteilten Versuchen von Herrn Prof. Lehmann und Dr. Wolff treten allerdings noch wesentlich grössere Unterschiede hervor. Zahlreiche neue Versuche von Herrn Prof. Lehmann zeigen auch, dass man fast immer eine grössere Einwirkung des Kleiezusatzes konstatieren kann, als wie in meinen Versuchen hervortrat. Ich teile aus den Zahlen von Herrn Prof. Lehmann mit seiner Einwilligung folgende mit.

---

	nach 24 St.		nach 48 St.	
1) Für 5 g unsterilisierte Kleie und 25 Wasser erhielt ich	46,0	46,6	65,6	68,2
Für 5 g sterilisierte Kleie und 25 (unsterilisiertes) Leitungswasser	35,0	30,2	21,8	47,4

	24 St.		48 St	
5 Weizenmehl	4,2	4,1	7,8	8,0
5 Weizenmehl und 1,25 Kleie auf 5 g Substanz umgerechnet	9,6	10,0	16,8	16,8

Die Unterschiede von meinen Versuchen und den sehr zahlreichen von Herrn Prof. Lehmann bestanden nicht darin, dass er viel grössere Säuremengen in dem mit Kleie versetzten Mehl gefunden hätte, sondern darin, dass sein Weizenmehl in 48 Stunden in der Regel nur Säuremengen von 6,0—8,0 bildete. Nur 2 mal werden Werte von 18,5 und 12,0 erhalten. Da ich auch mit meinem feinen Weizenmehl stärkere Säurezahlen bekam, als mit feinem Roggenmehl, was Herrn Prof. Lehmann niemals vorkam, so muss ich annehmen, dass meine Resultate dadurch etwas beeinflusst sind, dass mein feines Weizenmehl von etwas abnormer Beschaffenheit war, und die Säurebildung ziemlich stark begünstigte.

Meine Versuche, die Wirkung des Kleiezusatzes zu erklären, lassen sich nach der obigen Tabelle etwa folgendermassen beschreiben:

Ich verfertigte mir aus der Kleie einen Auszug, indem ich dieselbe 4 mal je mit dem fünffachen Volumen Wasser 1 Stunde lang im Dampftopf kochte, das erhaltene Material durch ein Tuch filtrierte und auspresste und die erhaltenen Auszüge auf das 20fache der angewendeten Kleie auffüllte. Der Rest, welcher ziemlich mehlfrei erschien, wurde Kleierückstand genannt. Gab man zu 5 g Mehl Auszug und Rückstand entsprechend 1,25 g Kleie, so zeigte sich nach 24 Stunden eine Säuremenge von 8,5, nach 48 Stunden eine Säuremenge von 15.5—16,4; d. h. die durch langes Kochen sterilisierte Vereinigung von Kleieauszug und Rückstand wirkte nach 24 Stunden deutlich die Säurebildung beschleunigend, auch nach 48 Stunden war eine mässige Vermehrung der Säurebildung zu beobachten. Es waren auch diese Resultate in den Versuchen von Herrn Prof. Lehmann meist viel deutlicher vorhanden. Es liess sich mehrfach direkt zeigen: Rückstand und Auszug der Kleie vereinigt, liefert die gleiche Säuremenge, wie die Kleie selber. Versuche mit dem Auszug und Rück-

stand der Kleie allein ergaben nach meinen Protokollen, dass beide nach 24 Stunden eine gewisse Vermehrung der Säurebildung hervorbringen und zwar war die Wirkung des Auszugs meist etwas stärker als die Wirkung des Rückstandes. Nach 48 Stunden zeigte der Auszug mässig hohe Zahlen, etwa so wie das Mehl allein, wogegen der Rückstand Zahlen aufwies, welche den höchsten gleich kamen, die ich mit Zusatz der ganzen Kleie erhalten habe. Ich musste aus meinem Versuch schliessen, dass der Kleierückstand in der Weise, wie ich ihn darstellte, eine grössere Bedeutung für die Kleiewirkung hat, als der Kleieauszug.

Es ist nun die Frage, ob die im Kleierückstand am meisten auffallende Zellulose etwas mit der Kleiewirkung zu tun hat. Nach den Versuchen, die den Schluss meiner Tabelle bilden, ist dies nicht anzunehmen. In 4 Versuchen stellte ich kunstgerecht aus 1,25 g Kleie nach der Weender Methode durch Auskochen mit Kalilauge und Schwefelsäure Zellulose dar. Diese Zellulose erwies sich nicht nur als vollständig wirkungslos nach 24 Stunden, sondern die mit diesem Zellulosezusatz[1]) versetzten Proben ergaben sogar ein unerhört niedriges Resultat von 2—3 ccm Säurebildung. Wie sich dies erklärt, ist vorläufig vollständig dunkel. Dieser letzte Versuch ist von Herrn Prof. Lehmann nicht angestellt gewesen und es wird weiterer Untersuchungen bedürfen, um dieses überraschende Resultat aufzuklären. Einen Grund für eine Hemmungswirkung der kleinen zugesetzten Kleiemengen ist schwer einzusehen. Ich bemerke ausdrücklich, dass auf eine Schimmelentwickelung diese niedrigen Zahlen nicht bezogen werden können. Ich komme auf diesen Punkt unten noch zurück.

Herr Prof. Lehmann hat viele Versuche gemacht, welche dartun, dass auch die Kleieasche eine nicht unwesentliche Rolle bei der Säurebildung spielt. Setzt man zu 5 g Mehl die Asche von Kleie, so erhält man beispielsweise:

	24 St.	48 St.
5 g Mehl ohne Zusatz	4,1	8,0
5 g Mehl mit 1,25 Kleie	10,0	16,8

1) Die Zellulose war bis zum Verschwinden der Schwefelsäure-Reaktion ausgewaschen.

	24 St.	48 St.
5 g Mehl mit Asche aus 1 g Kleie	7,0	11,7
5 g Mehl mit Asche aus 2,5 g Kleie	9,4	14,5

Herr Prof. Lehmann hatte noch viele Versuche mit Zusatz bestimmter Salze gemacht und namentlich gelang es durch Zusatz von etwas grösseren Mengen von $Na_2 HPO_4$ (etwa 0,25 g) die Wirkung der Kleie ziemlich gut nachzuahmen. Es scheint nach diesen Versuchen, als ob jedenfalls die Asche speziell die Phosphorsäure der Kleie an der verstärkten Säureproduktion einen wesentlichen Anteil hat.

In einer letzten Versuchsreihe habe ich auf Rat von Herrn Prof. Lehmann einige Versuche darüber gemacht, wie sich der Zusatz einiger organischer phosphorhaltiger Objekte auf die Säurebildung gestalte. Es wurde gewählt: Heringsmilch, Eidotter, Erbsenmehl und als Resultat erhalten:

5 g Mehl und 25 g Brunnenwasser und den folgenden Zusätzen alles auf 5 g umgerechnet.

	24 St.		48 St.	
Ohne Zusatz (nur 5 g Weizenmehl)	5,8	5,9	15,2	16,8
	3,7	4,9	13,2	11,0
Mit 1,25 Heringsmilch[1])	3,52	6,96	10,5	9,8
dito sterilisiert	5,8	5,6	7,9	8,4
Mit Eidotter 1,25	6,6	7,4	15,0	11,7
dito sterilisiert	6,4	6,5	8,0	9,2
Mit Erbsenmehl 1,25	9,1	10,9	17,3	16,0
dito sterilisiert	3,5	4,2	19,3	(5,1)

Ich könnte nicht behaupten, dass diese Resultate dazu einlüden, Schlüsse daraus zu ziehen. Nur das Erbsenmehl übte im unsterilisierten Zustand einen stärkeren Einfluss auf die Säurebildung nach 24 Stunden aus. Auch nach 48 Stunden kann ich nicht von einem Erfolg der zugesetzten Proben sprechen. Ich bin geneigt, alle diese schlechten Resultate auf das von mir verwendete Weizenmehl zu schieben, das an sich schon zu so hohen Säurezahlen Anlass gab.

[1]) Ich muss zugeben, dass meine Mischung von Heringsmilch und Mehl vielleicht nicht genügend innig war.

Aus den Versuchen von Herrn Prof. Lehmann geht ein ganz unzweifelhafter Einfluss der phosphorhaltigen organischen Substanzen auf die Säuerung hervor. Namentlich wurden mit Eidotter einige ganz ausgezeichnete Resultate erhalten. Allerdings wurde nicht 1,25 g Eidotter, sondern 2,5 g Eidotter verwendet. Auch mit Heringsmilch wurde einmal ein sehr schönes Resultat erhalten. Ebenso ergab der Zusatz von sterilisierter Hefe eine sehr auffällige Vermehrung der Säurebildung sowohl nach 12 wie nach 24 Stunden. Ganz regelmässig waren diese Resultate allerdings nicht. Auch in den mit höchster Sorgfalt angestellten Versuchen fehlte es nicht an einzelnen Fehlerresultaten. Erwähnen will ich noch, dass drei Versuche, die Herr Prof. Lehmann mit Nuklein angestellt hat, eine unzweifelhaft günstige Wirkung dieses Präparats hatten.

	24 St.		48 St.	
5 g Mehl u. Brunnenwasser hatte ergeben	3,7	4,1	8,0	8,7
5 g Mehl und 0,1 Nuklein	3,7		8,3	
5 g Mehl und 0,5 Nuklein	6,5		12,0	
5 g Mehl und 1,0 Nuklein	8,7		18,5	

Aus den Versuchen von Herrn Prof. Lehmann darf somit geschlossen werden, was ich leider aus meinen Versuchen nicht beweisen könnte, dass auch der Zusatz phosphorhaltiger organischer Präparate, wie z. B. des Nukleins, einen günstigen Einfluss auf die Säurebildung ausübte.

Ich habe in den obigen Tabellen eine Reihe von Resultaten angeführt, die ich eingeklammert habe. Alle diese Zahlen beziehen sich auf stark verschimmelte Proben und sind alle abnorm niedrig. Ich glaube aus diesen Resultaten ableiten zu dürfen, dass stärkerer Schimmelgehalt einer Probe ihre Acidität vermindert. Es soll die Frage experimentell weiter verfolgt werden.

Fasse ich die Ergebnisse der bisher im Hygienischen Institut über unser Thema angestellten Untersuchungen zusammen, so komme ich etwa zu folgendem Resultat:

1. Im allgemeinen neigt Roggenmehl zu stärkerer Säurebildung wie Weizenmehl.

2. Grobes Weizenmehl übertrifft feines Weizenmehl, grobes Roggenmehl feines Roggenmehl in der Säurebildung.

3. Die Kleie bildet, mit Wasser übergossen, weit grössere Säuremengen als das Mehl und man kann im allgemeinen erwarten, dass ein mit Wasser übergossenes Mehl um so mehr Säure bildet, je kleiehaltiger es ist.

4. Welcher Bestandteil der Kleie die Säurebildung so stark anregt, ist noch nicht mit absoluter Sicherheit zu sagen. Jedenfalls sind phosphorhaltige Bestandteile dabei beteiligt, was sich aus den Resultaten von Prof. Lehmann mit Kleieasche und Nuklein ergibt.

5. Durch weitere Versuche ist näher festzustellen, inwieweit die der Kleie anhaftenden Bakterien bei dem Prozess auch noch eine Rolle spielen.

6. Es macht in manchen Versuchen den Eindruck als ob der Zusatz von sterilen Bestandteilen zum gärenden Mehl in den ersten 24 Stunden die Säurebildung im Mehl weniger, nach 48 Stunden aber stärker anrege als von unsterilisierten Zusätzen. Zur Feststellung dieser Tatsache sind aber noch viele weitere Versuche notwendig.

Ich schliesse meine Arbeit mit dem Ausdruck des Bedauerns, dass die Weizenmehlsorte, mit der ich meine Hauptversuche angestellt habe, offenbar, wie aus dem Vergleich mit den Versuchen von Herrn Prof. Lehmann hervorgeht, recht wenig geeignet zu meiner Arbeit war. Die eingangs hervorgehobenen Tatsachen haben mich leider verhindert, wie ich dies wünschte, mit einem anderen Weizenmehl die ganzen Versuche nochmals zu wiederholen. Es muss deswegen weiteren Studien des Hygienischen Instituts vorbehalten bleiben, die vielen noch offenen Fragen weiter zu studieren, meine Mitteilung kann nur vorläufig über einige Ergebnisse berichten.

Am Schlusse meiner Arbeit sage ich Herrn Prof. Dr. *K. B Lehmann* für die liebenswürdige Überlassung des zweiten Themas und seiner Mithilfe bei meinen Arbeiten, sowie Herrn Dr. *Lang* für seine freundlichen Unterstützungen meinen aufrichtigsten Dank.

Lebenslauf.

Ich Georg Geisendörfer, bayerischer Staatsangehörigkeit, bin geboren am 8. Januar 1878 zu Prichsenstadt als Sohn des Bierbrauereibesitzers Heinrich Geisendörfer in Prichsenstadt. Nach Besuch der Volksschule in Prichsenstadt erwarb ich mir am 15. Juli 1898 das Reifezeugnis in Erlangen und bezog am 24. Oktober 1898 die Universität Erlangen. Im sechsten Semester bezog ich die Universität Würzburg und diente gleichzeitig als Einjährig-Freiwilliger beim k. b. 9. Infanterie-Regiment in Würzburg. Im achten Semester studierte ich in Berlin. Der ärztlichen Staatsprüfung unterzog ich mich in Würzburg und wurde am 9. Dezember 1903 als Arzt approbiert. Vorstehende Dissertation habe ich unter der Leitung des Herrn Professor Dr. Lehmann verfasst.